

探讨建筑工程检测中钢筋保护层检测技术的应用

俞英奇

杭州恒正工程检测有限公司 浙江杭州 311200

摘要: 现代建筑工程普遍采用钢筋混凝土结构, 而钢筋作为其关键构件, 在其强度、耐久性以及安全性等方面发挥着重要作用。为保证混凝土中钢筋的有效性以及其与外界环境隔离性, 钢筋保护层厚度就成了建筑工程质量控制最主要的检验内容。钢筋保护层厚度不够或过大会引起钢筋力学性能及耐久性等方面问题, 进而影响到结构整体安全。所以将钢筋保护层检测技术运用到建筑工程当中是非常有实际意义的, 文章就此展开了探讨。

关键词: 建筑工程; 工程检测; 钢筋保护层; 技术应用

引言

伴随着我国对建筑工程质量的要求越来越高, 钢筋保护层厚度检测技术也逐渐引起了人们的普遍关注。钢筋保护层的设置不仅对钢筋耐腐蚀性有直接的影响, 而且对混凝土结构耐久性及其整体性能也有一定影响。钢筋保护层厚度能否满足设计规范对建筑物长期服役期间寿命和安全有直接影响。传统上, 钢筋保护层的厚度检测主要依赖于破坏性检测, 但随着技术进步, 非破坏性检测技术 (NDT) 逐步崭露头角, 成为了主导技术。这些新技术的提出在提高检测效率的同时, 也有效地避免结构受到损伤。

一、钢筋保护层的功能与要求

钢筋保护层对钢筋混凝土结构起着关键作用, 它的主要作用就是对钢筋的耐久性起到保证, 特别是对防止钢筋腐蚀起着决定作用。混凝土与外部环境接触后, 水、空气及化学物质会透过表面向内部渗透, 对钢筋产生侵蚀, 使结构整体强度降低。钢筋保护层则是通过给钢筋提供充分的覆盖厚度来有效地隔绝这些有害物质并延长其使用寿命。设计规范中一般规定钢筋保护层厚度随环境而异。按照GB 50010《混凝土结构设计规范》的规定, 在室内干燥的条件下, 钢筋保护层的最低厚度通常应为20毫米; 如在海洋或湿热这样的腐蚀性环境中, 钢筋的保护层厚度需要增加, 通常不应少于50毫米, 以增强其防护能力。另外钢筋保护层在混凝土和钢筋力学性能中也起着关键性作用, 保证钢筋和混凝土间形成较好的粘结力使其承载能力得到充分发挥。保护层厚度不够时钢筋易与外部环境接触而造成腐蚀加速; 而且保护层

过厚会使混凝土抗裂性能降低, 甚至会对整体结构刚度造成影响。合适的钢筋保护层厚度既可有效地保证钢筋防护性又可保证混凝土结构耐久性与安全性。所以, 钢筋保护层设计与施工一定要严格遵守规范要求, 才能保证建筑物长期使用的安全与稳定。

二、钢筋保护层检测技术概述

1. 传统检测技术

传统上, 钢筋保护层的检测技术大多依赖于如钻芯法和剥离法这样的破坏性检测手段, 这些技术主要是通过直接取样或者暴露钢筋来确定保护层的实际厚度。钻芯法是其中常见的一种方法, 操作过程包括在混凝土结构上钻取一定直径的芯样, 然后通过切片或测量仪器对钢筋位置及其保护层厚度进行检测。该方法能提供更直观、更精确的检测数据, 尤其对钢筋实际埋设深度及混凝土质量的判定可靠性更高。但钻芯法是破坏性检测, 需在结构表面预留孔洞而影响其完整性, 后续还需修复。剥离法则是一种直接通过剥离混凝土表层来测量钢筋保护层厚度的方法, 尽管这种方法也具有很高的准确性, 但它的施工难度较大, 并且也可能对结构造成损害。这些传统的检测方法虽能给出比较准确的检测结果, 但是检测效率不高, 施工比较复杂, 并且因为会给结构造成一定程度的破坏, 所以在现代建筑工程当中已经逐渐地被非破坏性检测技术代替。

2. 非破坏性检测技术

非破坏性检测技术 (NDT) 在钢筋保护层的检测领域得到了广泛的应用, 由于其高效率、准确性和不损害结构的特点, 它受到了越来越多的关注。其中主要有电磁感应法, 雷达探测法, 超声波检测法。电磁感应法是

一种通过监测钢筋在电磁场作用下的反应来确定其具体位置和保护层厚度的方法，特别适用于快速和大规模的检测，尤其是在施工完成后的混凝土结构中，能够避免对结构表面造成任何形式的损害。雷达探测法（GPR）采用高频电磁波穿越混凝土层，利用波的反射特性来定位钢筋，这种方法具有很高的精度，特别是在复杂环境下的钢筋分布检测方面表现出色。超声波检测方法利用超声波在混凝土中的传播速率和反射属性来评估钢筋和保护层的状况，这种技术对于检测混凝土内部的缺陷也显示出了良好的效果。与传统破坏性方法相比较，NDT技术可以快速获取精确的数据而不会对结构造成损伤，显着提高施工现场工作效率，降低了建筑结构受到的冲击，所以被广泛地应用于建筑工程检测当中，并且不断地发展和革新。

三、钢筋保护层的非破坏性检测技术具体应用

1. 电磁感应法

电磁感应法被广泛认为是一种非破坏性的检测手段，它基于电磁感应理论来测定钢筋保护层的厚度。检测仪器运行时通过辐射电磁波，电磁波作用于钢筋产生涡流信号，其强弱与钢筋深度和混凝土导电性能有密切关系。该仪器接收上述信号并对数据进行处理，可判断钢筋位置和保护层厚度。该方法检测过程中与钢筋表面无接触，具有高效、快速等优点，尤其适合于大范围混凝土结构检测。电磁感应法适用于直径在6mm至40mm范围内的钢筋，并且这些钢筋的深度通常不会超过100毫米，因此能够满足大多数工程项目的检测需求。该设备的测量精度一般在 ± 1 毫米范围内，因此能提供相当准确的测量数据。电磁感应法对于混凝土表面光滑度有很高的要求，在检测时必须保证传感器和混凝土表面密切接触才能保证信号稳定。尽管这项技术在干燥和无金属干扰的条件下表现得相当出色，但在包含大量钢筋或其他金属构件的复杂结构中，信号干扰可能会影响检测的准确性，因此需要结合其他检测方法进行综合分析。

2. 雷达探测法

雷达探测法（GPR，Ground Penetrating Radar）是一种利用高频电磁波进行钢筋保护层检测的非破坏性技术，其工作原理是通过发射高频电磁脉冲进入混凝土内部，并根据不同介质（如混凝土和钢筋）对电磁波的反射特性，检测钢筋的位置和深度。电磁波遇钢筋等密物体时会有明显反射信号出现，接收装置依据反射波时间差及强度计算出钢筋深度及保护层厚度。GPR通常使用的工

作频率区间为500 MHz~2.5 GHz，频率低的适用于更深度位钢筋的探测，频率高的适于精细结构表层探测。

GPR的探测深度通常在50毫米到500毫米之间，但具体的探测深度会受到混凝土密度和钢筋埋设状况的限制。它检测精度高，一般可达 ± 3 毫米，尤其适用于复杂工程环境中钢筋布置检测。雷达探测法穿透能力强，可以穿透多层钢筋网络探测，所以在多层钢筋排列的构造上同样可以达到很好的效果。另外，当GPR处于湿度较大或者电磁环境比较复杂的环境中，会对信号造成一定的影响，使得数据处理过程中需要多次滤波或者图像增强。本方法广泛应用于大型建筑工程，特别对桥梁、隧道等复杂结构钢筋保护层厚度探测具有优异性能，有效地提高工程探测效率与可靠性。

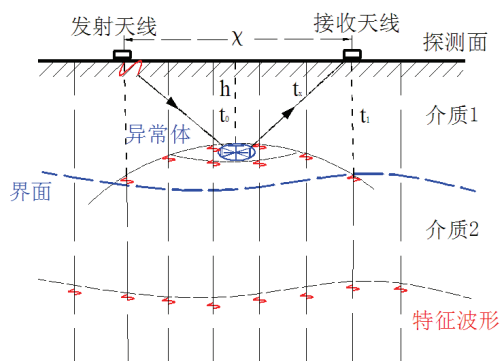


图1 雷达原理图

3. 超声波检测法

超声波检测法就是利用超声波在混凝土内部传播特性，对钢筋保护层的厚度进行非破坏性检测。它的基本原理就是利用超声波在各种介质中传播速度快、反射性强等特点，使超声波由混凝土向钢筋传播时会出现明显反射回波，利用探测回波信号时间差判断钢筋位置及保护层厚度。超声波在混凝土中的传播速率通常在3000至4000米每秒之间，这一速度的具体数值受到混凝土的密度和含水量等多种因素的影响。钢筋反射信号比较强，反射波时间差能准确地反映钢筋深度及保护层厚度。

这种检测方法特别适用于保护层相对较薄的建筑结构，其检测精度一般在 ± 2 毫米范围内，尤其是在检测保护层较浅或直径较大的钢筋时表现尤为出色。在实践中，超声波检测法具有对混凝土均匀性要求不高、能有效作用于不同品质混凝土等优点。该设备在检测内部缺陷如裂缝和孔洞方面表现出极高的敏感性，因此，在测量钢筋保护层的厚度的同时，也能全面评估混凝土的整体品质。但超声波检测受到表面条件的影响很大，混凝

土表面粗糙度或者含水率的改变都可能对超声波传播与反射产生影响,需借助信号处理技术对其加以补偿与调节。该技术广泛应用于桥梁,隧道等大型结构及高层建筑,尤其对确保钢筋有效防护层的厚度及结构安全性起到了重要的作用。

4. 激光检测法

激光检测法就是采用激光测距与扫描技术来检测钢筋保护层厚度的一种非破坏性检测手段,该方法的主要原理就是将激光束由激光发射器发射到混凝土表面,激光束在与钢筋及其他不同介质相遇时发生反射,接收装置测量反射光时间与强度,从而判断钢筋准确位置与保护层厚度。激光在大气中的传播速度非常迅速,通常可以在纳秒的时间内完成数据的收集,它具有很高的准确性,通常的测量误差在 ± 1 毫米左右,这为工程检测提供了非常准确的结果。

激光检测技术尤其适合于需要高钢筋密度和保护层厚度的建筑结构检测。由于它采用了光学方法,不会受到电磁干扰的影响,所以在存在强电场或其他电磁波干扰的环境中,它表现得非常稳定。激光检测法检测范围广,可快速对大范围区域进行扫描,并在产生精细三维模型的前提下,让检测者对钢筋布局和其保护层实际情况有一个整体的认识。该技术被越来越多地应用于大型建筑物,桥梁及隧道等复杂工程,特别是要求高精度定位与测量的工程表现优异。

激光检测法存在的局限性是对混凝土表面状态有很高的要求,当表面粗糙或者不规则时会造成反射信号的不稳定性,影响检测精度。另外,激光检测法会在强光或者多尘环境下遭遇一些干扰,但是经过合适的校准以

及信号处理后,能够在多数工程情况下得到精确的测量结果。

结束语

钢筋保护层检测技术在建筑工程质量控制中具有至关重要的作用,直接关系到建筑结构的安全性和耐久性。随着现代建筑工程的复杂性和技术要求的不断提高,传统的破坏性检测方法已逐渐被非破坏性检测技术所取代。电磁感应法、雷达探测法、超声波检测法和激光检测法等新兴技术凭借其高效、精确且无损结构的特点,在工程实践中得到了广泛应用。这些技术不仅提高了检测效率,还降低了对建筑结构的损伤风险,为工程质量提供了有力保障。未来,随着科技的进步,钢筋保护层检测技术将进一步发展,精度和适用性将持续提升,特别是在大数据、人工智能等技术的支持下,检测手段将变得更加智能化和自动化。

参考文献

- [1] 张宁宁. 建筑工程检测中钢筋保护层检测技术的应用[J]. 你好成都(中英文), 2023(22): 0094-0096.
- [2] 周红海. 建筑工程检测中钢筋保护层检测技术的应用分析[J]. 工程技术研究, 2023, 8(3): 225-227.
- [3] 林翀. 主体结构钢筋保护层厚度检测技术分析[J]. 江西建材, 2022(6): 3.
- [4] 刘嘉. 现浇混凝土楼板厚度检测方法探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2022(2): 50-52.
- [5] 刘煜辉. 建筑工程检测中钢筋保护层检测技术的运用探讨[J]. 2023(17): 71-73.